

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

21 PD
1770
9/6/01

JC903 U.S. PTO
09/883391



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-036923

出 願 人

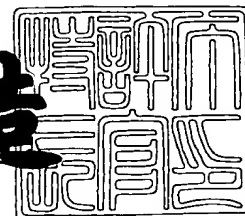
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2001年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3014761

【書類名】 特許願
【整理番号】 529830JP01
【提出日】 平成13年 2月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B62D 5/04
H02H 7/085
H02P 3/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 喜福 隆之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 松下 正樹

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 會我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 會我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100071629

【弁理士】

【氏名又は名称】 池谷 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多相モータの制御装置において、
上記多相モータを駆動する駆動回路と、
上記駆動回路を制御するマイクロコントローラと
を備え、
上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、モータ電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のモータ制御装置において、
上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、相電流の波高値を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のモータ制御装置において、
上記マイクロコントローラは、各相電流の所定の関数の積算値のうち、最大値に応じてモータ電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、d 軸電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、q 軸電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 6】 請求項 3 ないし 5 のいずれかに記載のモータ制御装置におい

て、

上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、d 軸電流と q 軸電流のベクトル合成した電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 7】 請求項 4 ないし 6 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、q 軸と、d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限前後で変化させない

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 8】 請求項 4 ないし 6 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、q 軸と、d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限前後で変化させる

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、q 軸と、d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限後は、モータ電流制限前と比べて、d 軸電流を優先的に流す方向に変化させる

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 10】 請求項 8 に記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、q 軸と、d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限後は、モータ電流制限前と比べて、q 軸電流を優先的に流す方向に変化させる

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 11】 請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流のべき関数の積算値に応じて、モータ電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 ないし 1 0 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流と所定のしきい値の偏差の積算値に応じて、モータ電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 ないし 1 0 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流のべき関数と所定のしきい値の偏差の積算値に応じて、モータ電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 ないし 1 0 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流と所定のしきい値の偏差のべき関数の積算値に応じて、モータ電流を制限する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 1、1 3、1 4 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、べき関数を多項式近似により演算する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 1、1 3、1 4 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、べき関数をテーブル参照により演算する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 ないし 1 6 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流の通流方向に応じて別々に演算する

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 ないし 1 6 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流の絶対値に応じて演算することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 ないし 1 8 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流の検出値に応じて演算することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 ないし 1 8 のいずれかに記載のモータ制御装置において、

上記マイクロコントローラは、相電流の目標値に応じて演算することを特徴とするモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば D C ブラシレスモータ等の制御装置に関し、特に、モータの過熱保護に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、交流サーボモータの加熱保護装置として、例えば特開昭 6 2 - 2 3 9 8 2 2 号公報に開示されたものがある。この従来技術は、モータがサーボロックしていると判定すると、停止位置に応じた所定の特性に従い、モータを過熱保護するべく、モータへの通電を遮断するものである。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来技術は、過熱時にモータへの通電を遮断しても問題無いような場合に適したものであるが、例えば電動パワーステアリング装置のように、急激なトルク変化が許されないモータ制御装置に適用すると、過熱保護時に操舵フィーリングが急変するといった問題があった。

【0 0 0 4】

この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、時間とともに

に滑らかにモータ出力特性を変化させながら過熱保護を行うことができるモータ制御装置を得ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

この発明に係るモータ制御装置は、多相モータの制御装置において、上記多相モータを駆動する駆動回路と、上記駆動回路を制御するマイクロコントローラとを備え、上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、モータ電流を制限するものである。

【0006】

また、上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、相電流の波高値を制限するものである。

【0007】

また、上記マイクロコントローラは、各相電流の所定の関数の積算値のうち、最大値に応じてモータ電流を制限するものである。

【0008】

また、上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、d 軸電流を制限するものである。

【0009】

また、上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、q 軸電流を制限するものである。

【0010】

また、上記マイクロコントローラは、相電流の所定の関数の積算値に応じて、d 軸電流と q 軸電流のベクトル合成した電流を制限するものである。

【0011】

また、上記マイクロコントローラは、q 軸と、d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限前後で変化させないものである。

【0012】

また、上記マイクロコントローラは、q 軸と、d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限前後で変化させるものである。

【 0 0 1 3 】

また、上記マイクロコントローラは、 q 軸と、 d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限後は、モータ電流制限前と比べて、 d 軸電流を優先的に流す方向に変化させるものである。

【 0 0 1 4 】

また、上記マイクロコントローラは、 q 軸と、 d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限後は、モータ電流制限前と比べて、 q 軸電流を優先的に流す方向に変化させるものである。

【 0 0 1 5 】

また、上記マイクロコントローラは、相電流のべき関数の積算値に応じて、モータ電流を制限するものである。

【 0 0 1 6 】

また、上記マイクロコントローラは、相電流と所定のしきい値の偏差の積算値に応じて、モータ電流を制限するものである。

【 0 0 1 7 】

また、上記マイクロコントローラは、相電流のべき関数と所定のしきい値の偏差の積算値に応じて、モータ電流を制限するものである。

【 0 0 1 8 】

また、上記マイクロコントローラは、相電流と所定のしきい値の偏差のべき関数の積算値に応じて、モータ電流を制限するものである。

【 0 0 1 9 】

また、上記マイクロコントローラは、べき関数を多項式近似により演算するものである。

【 0 0 2 0 】

また、上記マイクロコントローラは、べき関数をテーブル参照により演算するものである。

【 0 0 2 1 】

また、上記マイクロコントローラは、相電流の通流方向に応じて別々に演算するものである。

【 0 0 2 2 】

また、上記マイクロコントローラは、相電流の絶対値に応じて演算するものである。

【 0 0 2 3 】

また、上記マイクロコントローラは、相電流の検出値に応じて演算するものである。

【 0 0 2 4 】

さらに、上記マイクロコントローラは、相電流の目標値に応じて演算するものである。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1.

図 1 は、この発明の実施の形態 1 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 1 において、1 は 3 相 DC ブラシレスモータ、2 は 3 相 DC ブラシレスモータ 1 のロータの磁極位置を検出するための位置センサ、3 は 3 相 DC ブラシレスモータ 1 の相電流を検出するための電流検出回路、4 は 3 相 DC ブラシレスモータを駆動する駆動回路としての PWM インバータである。

【 0 0 2 6 】

5 は上記 PWM インバータ 4 を制御するマイクロコントローラであり、このマイクロコントローラ 5 には、相電流をデジタル値に変換するための A/D 変換部 6 の他に、ソフトウェアとして実現される以下の構成要素 7 ~ 13 が備えられる。すなわち、ソフトウェアとして実現される構成要素として、7 は d-q 座標上でモータ電流をフィードバック制御する電流制御部、8 は電流制御部 7 の出力を d-q 座標から 3 相交流座標に変換する座標変換部、9 は電流検出回路 3 による相電流の検出値を 3 相交流座標から d-q 座標に変換する座標変換部である。

【 0 0 2 7 】

10 は 3 相 DC ブラシレスモータ 1 と、モータ制御装置全体ないしは PWM インバータ 4 を過熱保護する過熱保護部であり、以下の構成要素を備える。すなわち、過熱保護部 10 の構成要素として、11 は相電流の時間平均を求めるべく所

定の周期で所定時間分の相電流を加算する積算部、12は相電流の時間平均値からモータ電流の制限値を演算するモータ電流制限値演算部、13はd軸電流とq軸電流をモータ電流制限値演算部12に従って所定の最大電流値以下に制限するためのモータ電流制限部である。

【0028】

図2は、上記マイクロコントローラ5に実装されたプログラムの動作を説明するフローチャートである。

【0029】

次に動作について説明する。モータ1の各相電流のうち、U相電流とV相電流の2相分は、電流検出回路3で所定の電圧に変換されてマイクロコントローラ5に入力される。入力された各相電流は、A/D変換部6で離散化されて、ソフトウェアの処理に引き渡される。

【0030】

次に、図2のフローチャートに従い、マイクロコントローラ5に実装されたプログラムの動作について説明する。本プログラムは、所定の一定周期で呼び出されるものとする。また、d軸目標電流 i_d^* と、q軸目標電流 i_q^* は、別途与えられているものとする。

【0031】

まず、ステップs1にて、下式に基づいて3相分の電流に変換される。

【0032】

$$i_w = -i_u - i_v$$

ただし、 i_u ：u相電流（電流検出回路3で検出）

i_v ：v相電流（電流検出回路3で検出）

i_w ：w相電流（電流検出回路3の検出値から算出）

【0033】

次に、ステップs2にて、各相電流は、時間平均値を求めるべく、所定の周期で、所定時間分加算される。本処理は、図1では、積算部11に相当する。

【0034】

ここで、各相電流は、図3に示すような正弦波状であり、そのまま1周期分加

算すると0になる。そこで、通流方向に応じて、正負別々に相電流を加算する。正方向の各相電流を、それぞれ i_{u+} 、 i_{v+} 、 i_{w+} で表し、負方向の各相電流を、それぞれ i_{u-} 、 i_{v-} 、 i_{w-} で表すものとする、以下の6通りの積算値が求められる。

【0035】

Σi_{u+} 、 Σi_{v+} 、 Σi_{w+} 、 Σi_{u-} 、 Σi_{v-} 、 Σi_{w-}

【0036】

続いて、ステップ s 3 で、上記各相電流の積算値のうち最大値を選択し、ステップ s 4 で、上記選択された最大値に従い、例えば図4に示すような特性に基づいて、各相電流に許容する最大電流を漸減または漸増し、モータ電流制限値を演算する。このステップ s 3～s 4 は、図1では、モータ電流制限値演算部12に相当する。

【0037】

図5に、本処理による電流制限動作の一例を示す。各相電流の積算値のうち、最大値に基づいてモータ電流を制限することにより、モータ電流の3相のバランスを崩すことなく、最も発熱している相を保護する。また、モータ電流制限値演算部12によるモータ電流制限値は、モータ電流の波高値を制限するものであり、正弦波状のモータ電流が歪むことなく漸減または漸増する。

【0038】

さらに、d-q座標上でのモータ電流制御にてモータ電流を制限するべく、上記モータ電流制限値に基づき、ステップ s 5 で d 軸目標電流 i_{d*} を制限し、ステップ s 6 で q 軸目標電流 i_{q*} を制限する。このステップ s 5～s 6 は、図1では、モータ電流制限部13に相当する。

【0039】

ここで、d-q座標上での電流制限方法を、図5に基づいて詳しく説明する。

【0040】

上述の通り、モータ電流制限値演算部12によるモータ電流制限値は、正弦波状のモータ電流の波高値を制限するものであり、これをベクトル図上に描けば、図5の破線で示す通り、3相交流座標上の半径一定の円で表すことができる。こ

れは、 $d-q$ 座標上では、 d 軸電流と q 軸電流のベクトル合成値（以下、合成ベクトル電流という）を制限するものである。

【0041】

そこで、モータ電流制限部13では、別途与えられる、 q 軸と合成ベクトル電流がなす位相角 θ （以下、電流位相角という）に従い、モータ電流制限手段12によって与えられるモータ電流制限値の d 軸成分を d 軸電流制限値、 q 軸成分を q 軸電流制限値としてそれぞれ求める。 d 軸目標電流 i_{d*} と、 q 軸目標電流 i_{q*} を、このようにして求められた各制限値以下に制限することで、 $d-q$ 軸上での電流制限が達成される。

【0042】

以上のように、所定値以下に制限された d 軸目標電流と q 軸目標電流は、ステップ $s_7 \sim s_8$ にて、相電流の検出値から座標変換された、 d 軸と q 軸の各検出電流と比較され、図1の電流制御部7に相当するPI制御等のアルゴリズムにより、フィードバック制御される。

【0043】

最後に、ステップ s_9 にて、各電流制御部の操作量は3相交流座標に変換され、PWMインバータ4に与えられる。これは、図1では座標変換8に相当する。

【0044】

PWMインバータ4は、モータ1をPWM駆動する。

【0045】

以上のように、本実施の形態1によれば、 $d-q$ 座標上のモータ電流が時間とともに滑らかに制限され、モータ出力トルクが急変することなく、適切な過熱保護を施すことができる。

【0046】

また、図6に示すように、モータ回転時（図6の（a）参照）に比べて、モータサーボロック時（図6の（b）参照）には、相電流の時間平均値が大きくなる。ゆえに、モータ回転時と比べて、サーボロック時に早くモータ電流が制限され、非常に実用的な過熱保護を実現できる。

【0047】

なお、本実施の形態 1 においては、積算部 1 1 により各相電流を積算して（相電流の時間平均値を求めて）モータ電流を制限する方式としたが、相電流のべき関数を積算してもよい。モータ 1 あるいは PWM インバータ 4 の損失は、電流の 1 ないし 2 乗に略比例するため、これによって、より適切な過熱保護を施すことができる。

【0048】

ここで、相電流のべき関数としては、以下のような関数がある。

【0049】

$$f_1(i) = i^{1.5}$$

$$f_2(i) = i^2$$

$$f_3(i) = i^{1.5} + a$$

なお、 f_1 、 f_2 、 f_3 ：相電流のべき関数

i ：モータ電流

a ：任意の定数

【0050】

このとき、べき関数を多項式近似すれば、より演算量を少なくすることができ、マイクロコントローラ 5 の負荷を軽減することができる。また、テーブル参照により演算するようにすれば、さらに演算量を少なくすることができる。なお、べき関数のべき乗数を 1 とすれば、図 1 に示す実施の形態 1 と同様に、相電流の時間平均値に基づいてモータ電流を制限することになり、図 1 に示す実施の形態 1 は、べき乗数を 1 とする、相電流のべき関数を積算値に基づいてモータ電流を制限するものに相当する。

【0051】

また、本実施の形態 1 においては、各相電流を正負別々に加算したが、各相電流の絶対値を加算してもよい。PWM インバータ 4 は、相電流の方向によって発熱が大きい素子が異なるが、モータ 1 の銅損は、相電流の方向に関わらず一定である。ゆえに、十分実用的な範囲で演算量を少なくでき、マイクロコントローラ 5 の負荷を軽減することができる。

【0052】

また、本実施の形態 1 においては、各相電流の検出値を積算する方式としたが、各相電流の目標値を積算してもよい。この場合には、オープンループ制御等、相電流の検出回路を有さないモータ制御装置にも適用することができる。

【 0 0 5 3 】

また、ここでは、モータ 1 を 3 相 DC ブラシレスモータとしたが、誘導電動機等、多相モータであれば同様の方法で過熱保護できる。

【 0 0 5 4 】

また、本実施の形態 1 では、電流位相角 θ については、別途与えられるものとして言及しなかったが、モータ電流を制限する前後で、変化させても、させなくてもよい。

【 0 0 5 5 】

電流位相角 θ を変化させる場合には、合成ベクトル電流を所定値以下に制限しながら、d 軸電流を優先的に流す場合と、q 軸電流を優先的に流す方法が考えられる。本実施の形態 1 のように、DC ブラシレスモータを対象とする場合には、負方向に d 軸電流を流すと弱め界磁効果が得られる。ゆえに、d 軸電流を優先的に流すと、回転速度を優先させた運転ができる。また、界磁が一定ならば q 軸電流は出力トルクに比例するので、q 軸電流を優先的に流すと、トルクを優先させる運転ができる。

【 0 0 5 6 】

電流位相角 θ を変化させない場合には、回転速度と出力トルクをバランス良く逓減しながら、モータ電流を制限できる。

【 0 0 5 7 】

また、この方法は、誘導電動機のように、励磁電流で磁束を制御する場合にも適用することができる。上記電流位相角 θ の変化については、DC ブラシレスモータを d - q 座標上で制御する方法を示したが、誘導電動機を直交座標系で制御する場合にも、同様に電流を漸減させればよい。

【 0 0 5 8 】

実施の形態 2.

上記実施の形態 1 では、d - q 座標上で電流フィードバック制御していたが、

この発明は、交流電流を直接フィードバックする方式にも適用できる。この場合には、より演算量を少なくできる。

【0059】

図7は、この発明の実施の形態2に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図7において、図1に示す実施の形態1と同一部分は同一符号を付してその説明は省略する。新たな符号として、14は、 $d-q$ 座標上の目標電流を、3相交流座標上の目標電流に変換する座標変換部であり、実施の形態1と同様に、ソフトウェアとして実現される構成要素として、マイクロコントローラ5に備えられる。なお、マイクロコントローラ5に実装されるプログラムは、実施の形態1と同様の構成で実現できるため、プログラムのフローチャートは省略する。

【0060】

次に、動作について説明する。 A/D 変換部6で検出された相電流を、積算部11で積算し、モータ電流制限値演算部12で各相電流の波高値の制限値を演算するところは、実施の形態1と同様である。

【0061】

d 軸目標電流 i_d^* と、 q 軸目標電流 i_q^* は、座標変換部14で3相交流座標上の目標電流 i_u^* 、 i_v^* に変換される。

【0062】

実施の形態1で述べた通り、モータ電流制限値演算部12によるモータ電流制限値は、3相交流電流の波高値を制限するものである。よって、座標変換部14で座標変換された3相交流座標上の目標電流 i_u^* 、 i_v^* は、直接上記モータ電流制限値と比較し、所定値以下に制限することができる。そこで、モータ電流制限部13にて、3相交流座標上の目標電流 i_u^* 、 i_v^* の波高値を、モータ電流制限値演算部12によるモータ電流制限値以下に制限する。

【0063】

波高値が制限された3相交流座標上の各目標電流は、各相の検出電流と比較され、各々電流制御部7によって、 P 制御等のアルゴリズムに従い、フィードバック制御される。各電流制御部の操作量は、 PWM インバータ4に与えられ、 PW

Mインバータ4は、モータ1をPWM駆動する。

【0064】

従って、本実施の形態2によれば、演算量を大幅に減らしながら、3相交流座標上の各相電流の波高値が滑らかに制限され、トルクが急変することなく、適切な過熱保護を施すことができる。

【0065】

実施の形態3.

上記実施の形態1、2では、相電流の時間平均値に基づいて最大電流を制限したが、所定のしきい値と、相電流の偏差に基づいて漸減する方式としてもよい。その場合は、電流が大きいときには早く、電流が小さいときには遅くモータ電流を制限することができ、より実用的な過熱保護を施すことができる。

【0066】

図8は、この発明の実施の形態3に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図8において、図1及び図7に示す実施の形態1及び2と同一部分は同一符号を付してその説明は省略する。新たな符号として、15は、相電流と所定の過熱保護判定しきい値との偏差を演算する偏差演算部であり、実施の形態1及び2と同様にして、ソフトウェアとして実現される構成要素としてマイクロコントローラ5に備えられる。また、マイクロコントローラ5に実装されるプログラムは、実施の形態1と同様の構成で実現できるため、プログラムのフローチャートは省略する。

【0067】

次に、動作について説明する。A/D変換部6で検出された相電流は、所定の過熱保護判定しきい値と比較され、その偏差が積算部11で積算される。ここで、通流方向に応じて、正負別々に偏差を演算して加算してもよく、絶対値と上記しきい値の偏差を加算してもよいのは、実施の形態1と同様である。以下、上記実施の形態1と同様に、上記偏差の積算値の最大値と、例えば図4に示す特性とに従って、各相電流に許容する制限値を漸増減し、モータ電流を制限する。

【0068】

上記過熱保護判定しきい値として、例えば連続運転可能な電流値（以下、連続

定格電流という。)を設定しておけば、モータ 1 や PWM インバータ 4 の短時間定格に合わせて、短時間は大電流を通流し、運転状況に応じて、滑らかにモータ電流を連続定格電流に収束させていくことができる。

【 0 0 6 9 】

なお、ここでは、相電流と所定の過熱保護しきい値の偏差の積算値に基づき、最大電流を漸増減したが、相電流のべき関数と所定の過熱保護しきい値の偏差の積算値に基づいて最大電流を漸増減する構成としてもよい。

【 0 0 7 0 】

モータ 1 あるいは PWM インバータ 4 の損失は、電流の 1 ないし 2 乗に略比例するため、これによって、より適切な過熱保護を施すことができる。

【 0 0 7 1 】

また、相電流と所定の過熱保護しきい値の、偏差のべき関数の積算値に基づいて最大電流を漸増減する構成としても同様の効果を奏する。

【 0 0 7 2 】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、多相モータの制御装置において、相電流の所定の関数の積算値に応じてモータ電流を制限するので、時間とともに滑らかにモータ出力特性を変化させながら適切な過熱保護が施される。

【 0 0 7 3 】

また、相電流の所定の関数の積算値に応じて相電流の波高値を制限するので、正弦波状のモータ電流が歪むことなく過熱保護される。

【 0 0 7 4 】

また、各相電流の所定の関数の積算値のうちの、最大値に応じてモータ電流を制限するので、モータ電流の 3 相のバランスを崩すことなく、最も発熱している相を保護することができる。

【 0 0 7 5 】

また、相電流の所定の関数の積算値に応じて、d 軸電流、または q 軸電流、または d 軸電流と q 軸電流のベクトル合成した電流を制限するので、多相モータをベクトル制御する場合においても適切な過熱保護が施される。

【 0 0 7 6 】

また、 q 軸と、 d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限前後で変化させないので、回転速度と出力トルクをバランス良く通減しながら、モータ電流を制限できる。

【 0 0 7 7 】

また、 q 軸と、 d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限前後で変化させ、モータ電流制限後は、モータ電流制限前と比べて、 d 軸電流を優先的に流すので、トルクよりも回転速度を優先させたい場合に適する。

【 0 0 7 8 】

また、 q 軸と、 d 軸電流と q 軸電流をベクトル合成した電流がなす位相角を、モータ電流制限前後で変化させ、モータ電流制限後は、モータ電流制限前と比べて、 q 軸電流を優先的に流すので、回転速度よりもトルクを優先させたい場合に適する。

【 0 0 7 9 】

また、相電流のべき関数の積算値に応じてモータ電流の最大値を制限するので、大電流時には早く、小電流時には遅くモータ電流が制限され、より実用的な過熱保護が施される。

【 0 0 8 0 】

また、相電流と所定のしきい値の偏差の積算値に応じてモータ電流の最大値を制限するので、大電流時には早く、小電流時には遅くモータ電流が制限され、より実用的な過熱保護が施される。

【 0 0 8 1 】

また、相電流のべき関数と所定のしきい値の偏差の積算値に応じてモータ電流の最大値を制限するので、大電流時には早く、小電流時には遅くモータ電流が制限され、より実用的な過熱保護が施される。

【 0 0 8 2 】

また、相電流と所定のしきい値の偏差のべき関数の積算値に応じてモータ電流の最大値を制限するので、大電流時には早く、小電流時には遅くモータ電流が制

限され、より実用的な過熱保護が施される。

【 0 0 8 3 】

また、べき関数を多項式近似により演算するので、演算量を少なくすることができる。

【 0 0 8 4 】

また、べき関数をテーブル参照により演算ので、演算量を少なくすることができる。

【 0 0 8 5 】

また、相電流の通流方向に応じて別々に演算するので、通電方向に応じた適切な過熱保護が施される。

【 0 0 8 6 】

また、相電流の絶対値に応じて演算するので、演算量を少なくすることができる。

【 0 0 8 7 】

また、相電流の検出値に応じて演算するので、より適切な過熱保護が施される。

【 0 0 8 8 】

また、相電流の目標値に応じて演算するので、オープンループ制御等、相電流の検出回路を有さないモータ制御装置にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 のマイクロコントローラに実装されたプログラムの動作を説明するフローチャートである。

【図 3】 この発明の実施の形態 1 のモータ電流漸増減特性を示す図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 1 のモータ電流波形を示す図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 1 の電流制限値を説明する図である。

【図 6】 モータ回転時とサーボロック時の電流波形を示す図である。

【図 7】 この発明の実施の形態 2 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

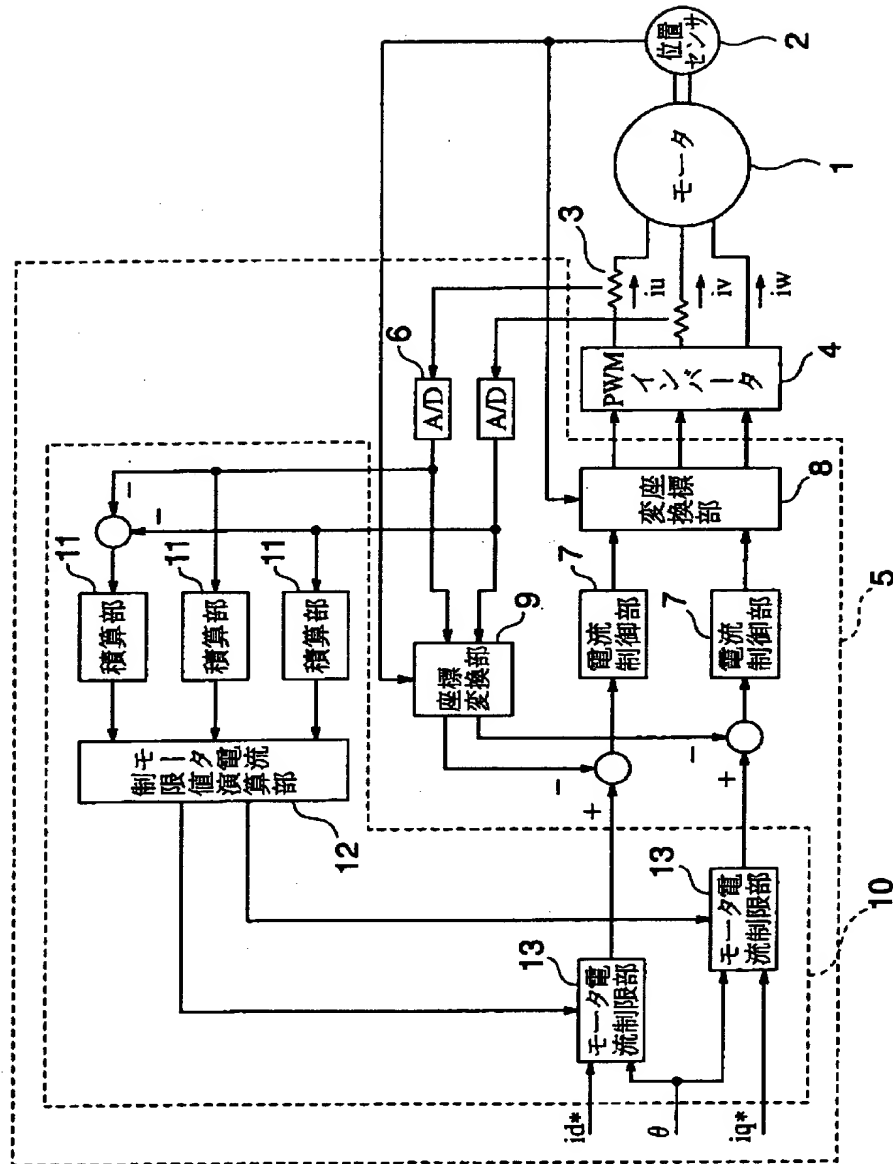
【図 8】 この発明の実施の形態 3 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

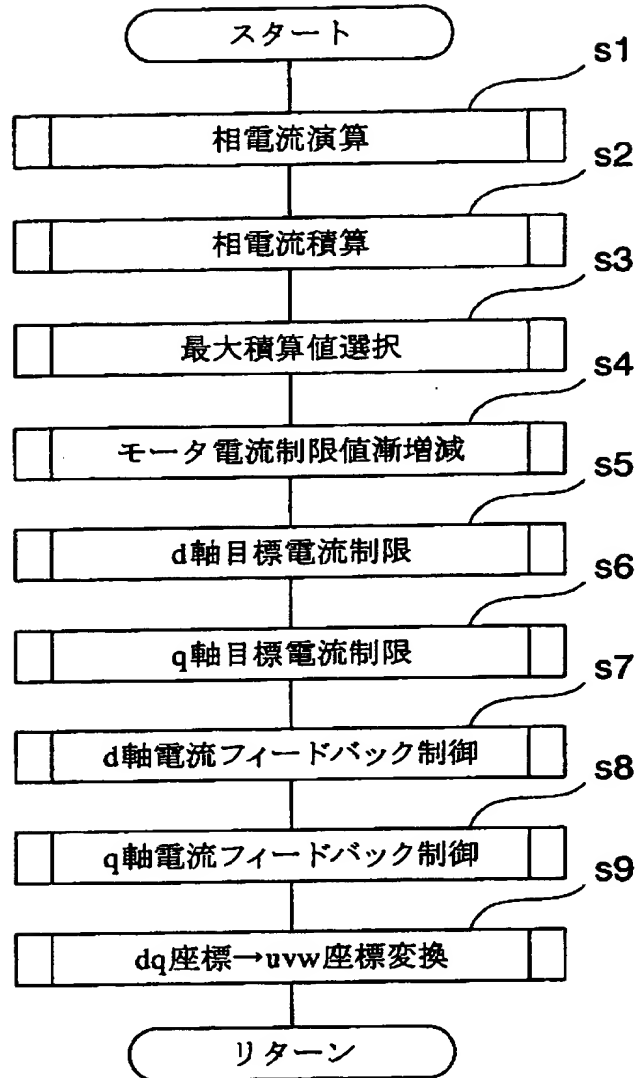
1 3 相 DC ブラシレスモータ、2 位置センサ、3 電流検出回路、4 P
WM インバータ、5 マイクロコントローラ、6 A/D 変換部、7 電流制御
部、8 座標変換部、9 座標変換部、10 過熱保護部、11 積算部、12
モータ電流制限演算部、13 モータ電流制限部、14 座標変換部、15
偏差演算部。

【書類名】 図面

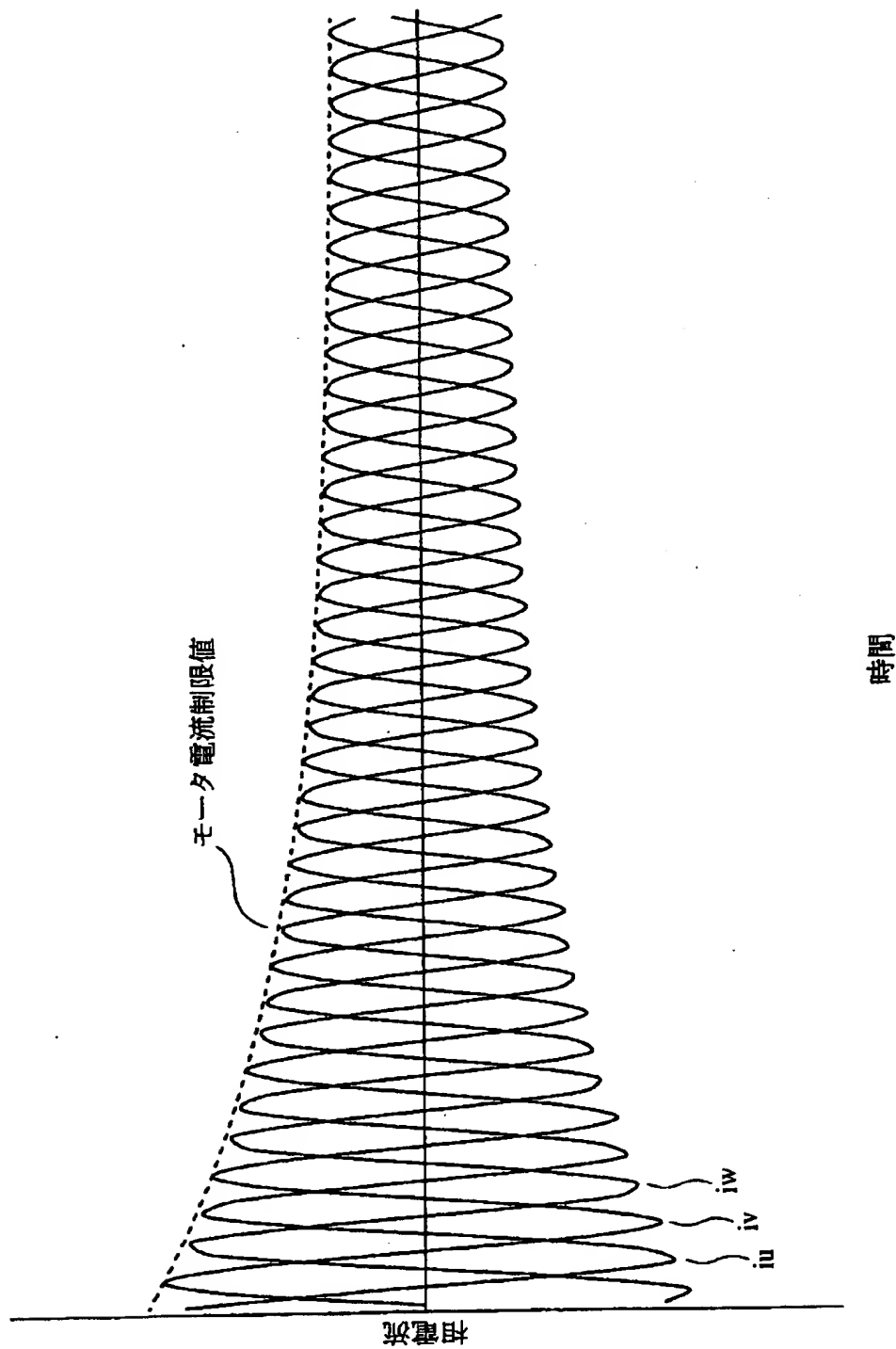
【図 1】



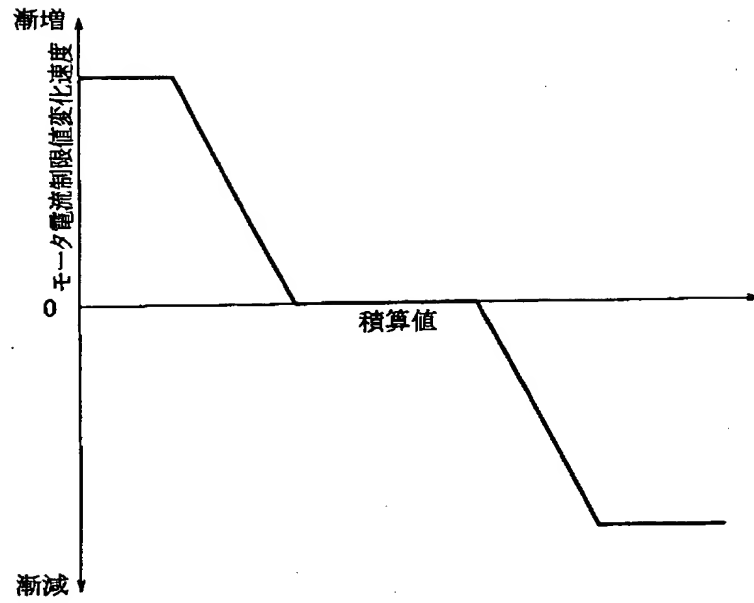
【図 2】



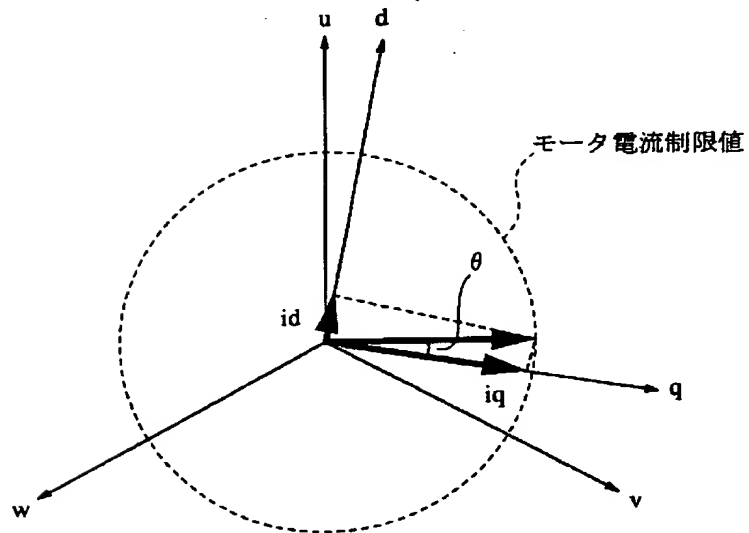
【図 3】



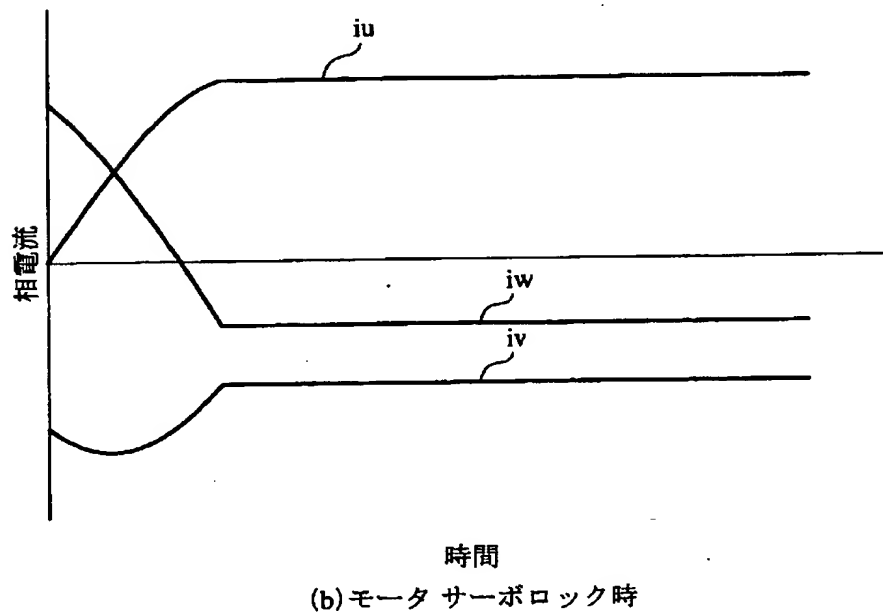
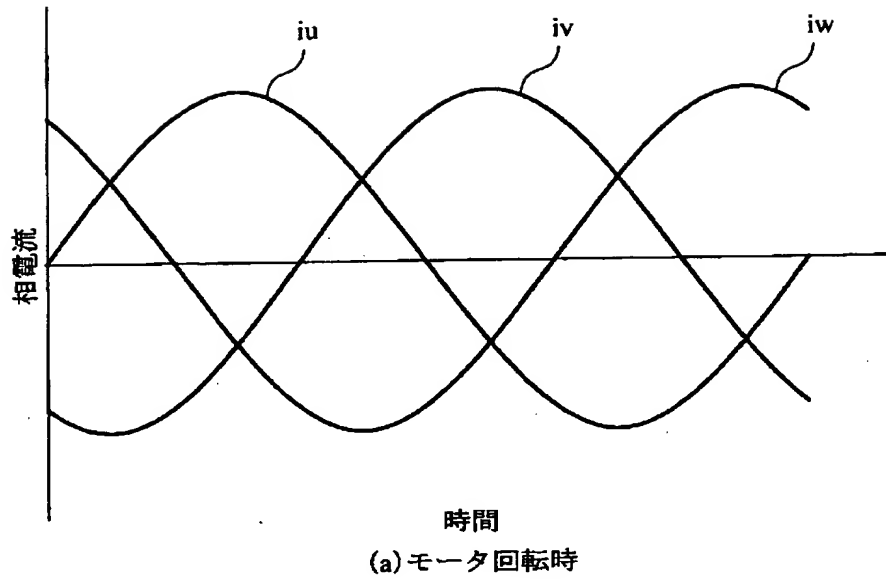
【図 4】



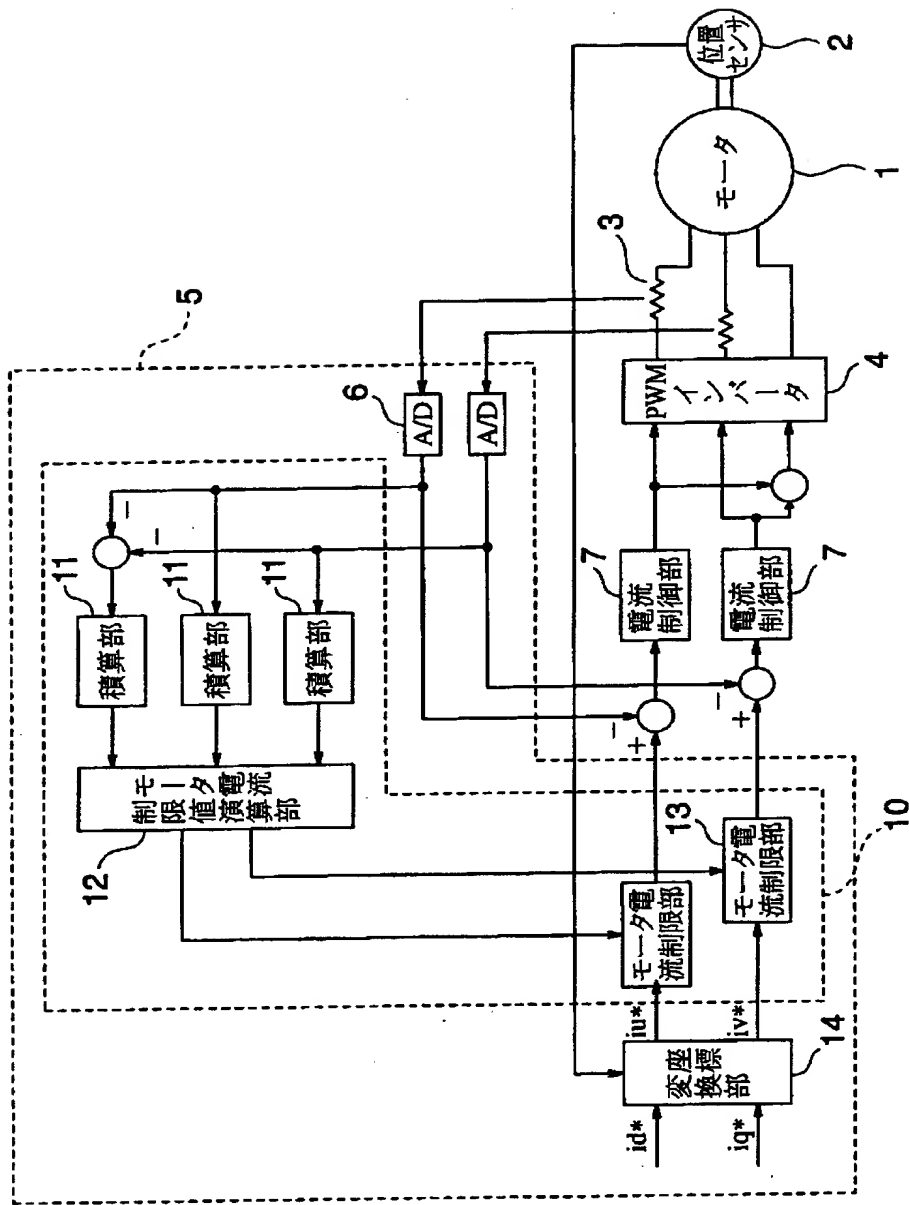
【図 5】



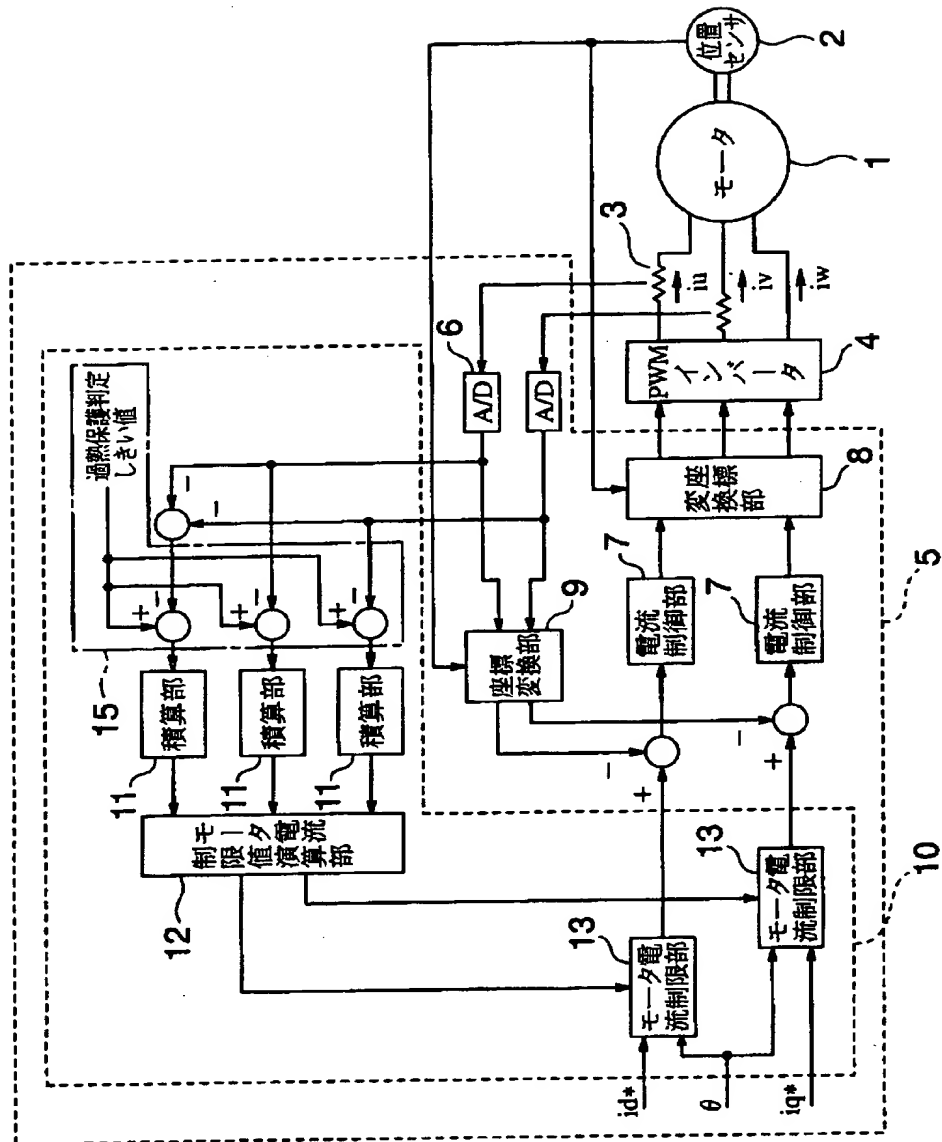
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 時間とともに滑らかにモータ出力特性を変化させながら過熱保護を行うことができるモータ制御装置を得る。

【解決手段】 多相モータの制御装置において、多相モータ（3相DCブラシレスモータ1）を駆動する駆動回路（PWMインバータ4）と、上記駆動回路を制御するマイクロコントローラ5とを備え、上記マイクロコントローラ5は、相電流の所定の関数の積算値に応じて、モータ電流を制限する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
氏 名 三菱電機株式会社